

OSP 00098

83

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. April 2001 (26.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/29625 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: G05B 19/05

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03319

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUMPERT, Hans-Dieter [DE/DE]; Bärenloh 3, 91334 Hemhofen (DE). KAPINUS, Peter [DE/DE]; Industriestr. 16, 91085 Weisendorf (DE). KLEINEN, Heinrich [DE/DE]; Eifelweg 4, 91056 Erlangen (DE). KLEYER, Dieter [DE/DE]; Am Hasengarten 6, 91074 Herzogenaurach (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. September 2000 (22.09.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESellschaft; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 49 884.9 15. Oktober 1999 (15.10.1999) DE

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

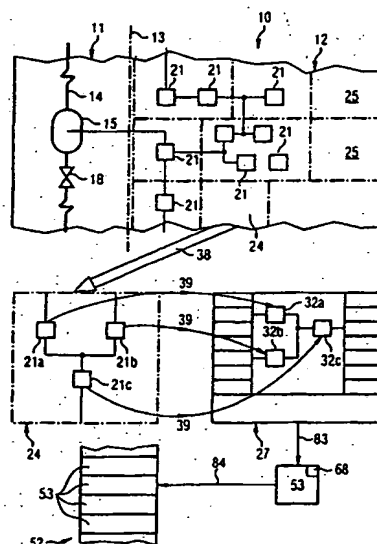
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD OF DRAFTING CONTROL AND INSTRUMENTATION TECHNOLOGY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERSTELLEN VON LEITTECHNIK



(57) Abstract: The invention relates to a method of drafting a program code (52) of control and instrumentation technology for operating a plant by means of industrial components (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20). Said program code (52), in its graphical representation, comprises a plurality of sub-plans (27). According to the invention, the program code (52) of the control and instrumentation technology and the industrial components (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) are represented together in a machine-readable technology plan (10). The sub-plans (27), especially the functional plans of the individual plane, are automatically generated from the technology plan (10), and the individual sequences (53) of the program code (52) are generated from the functional plans. The invention provides a method that makes manual drafting or manual correction project planning superfluous.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/29625 A2



**Veröffentlicht:**

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines Programmcodes (52) der Leittechnik für den Betrieb einer Anlage mit verfahrenstechnischen Komponenten (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20), wobei der Programmcode (52) in graphischer Darstellung eine Vielzahl von Unterplänen (27) umfaßt. Erfindungsgemäß werden der Programmcode (52) der Leittechnik und die verfahrenstechnischen Komponenten (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) in einem maschinenlesbaren Technologieplan (10) gemeinsam dargestellt und anschließend aus dem Technologieplan (10) automatisch die Unterpläne (27), insbesondere Funktionspläne der Einzelebene, und aus diesen Einzelsequenzen (53) des Programmcodes (52) generiert. Ein manuelles Erstellen oder eine manuelle Änderungsprojektierung sind in vorteilhafter Weise nicht mehr erforderlich.

## Beschreibung

## Verfahren zum Erstellen von Leittechnik

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines Programmcodes der Leittechnik für den Betrieb einer Anlage mit verfahrenstechnischen Komponenten, wobei der Programmcode eine Vielzahl von Einzelsequenzen umfaßt.
- 10 Verfahrenstechnische Komponenten wie Pumpen, Ventile, Behälter sowie Meßwertaufnehmer wurden bisher in einem ersten Plan und der Programmcode der Leittechnik in einem zweiten Plan dargestellt. Zum besseren Verständnis wurden diese beiden Pläne in einem Übersichtsplan zusammengeführt, der manuell
- 15 erstellt wurde. Nur basierend auf einem solchen Übersichtsplan ist nämlich eine Zusammenarbeit zwischen den verfahrenstechnischen und leittechnischen Bearbeitern möglich.

- Der Programmcode der Leittechnik umfaßt in der graphischen
- 20 Darstellung eine Vielzahl von Unterplänen, insbesondere Funktionspläne der Einzelebene. Diese Unterpläne dienen zum Umsetzen der gewünschten leittechnischen Funktionen wie Regelung, Teil- oder Gruppensteuerung, Schrittsteuerung und Messung sowie Meßwertkorrektur und dergleichen. Die einzelnen
- 25 Unterpläne weisen entsprechende Software-Bausteine auf, die miteinander verbunden sind. Auch die Unterpläne selbst sind miteinander verknüpft, beispielsweise über definierte Abbruchstellen. Die Unterpläne sind graphische Darstellungen der Einzelsequenzen des Programmcodes.

30

- Der bekannte Übersichtsplan ist eine ausschließlich graphische Darstellung. Konsistenz und Fehlerfreiheit müssen manuell sichergestellt werden. Änderungen im Programmcode der Leittechnik oder den verfahrenstechnischen Komponenten müssen
- 35 ebenfalls manuell nachvollzogen werden. Die Änderungsverwaltung ist daher aufwendig und fehlerbehaftet. Ein fortlaufendes Anpassen des Programmcodes oder der verfahrenstechnischen

Komponenten an Änderungen im Übersichtsplan oder umgekehrt ist praktisch kaum zu realisieren.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem das Erstellen und die Pflege der einzelnen Pläne, insbesondere die Änderungsprojektierung, wesentlich vereinfacht und Fehlerquellen minimiert oder ausgeschlossen werden.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß Informationen über den Programmcode der Leittechnik, die verfahrenstechnischen Komponenten und deren Verknüpfung in mindestens einem maschinenlesbaren Technologieplan gemeinsam dargestellt werden, daß  
15 aus dem mindestens einen Technologieplan automatisch Unterpläne, insbesondere Funktionspläne der Einzelebene, generiert werden, die eine graphische Darstellung der Einzelsequenzen sind, und daß aus den Unterplänen automatisch die Einzelsequenzen des Programmcodes generiert werden.

20 Nach dem Erstellen des Technologieplans werden die Unterpläne und die Einzelsequenzen des Programmcodes automatisch erstellt, so daß kein manuelles Umsetzen mehr erforderlich ist. Die bisher beim Umsetzen auftretenden Fehler werden somit  
25 vollständig vermieden. Das Nachführen der Unterpläne nach Änderungen am Technologieplan ist ohne weiteres möglich, so daß die Änderungsprojektierung wesentlich vereinfacht wird. Weiter sind die relevanten, aktuellen Informationen stets im Technologieplan vorhanden und werden dort angezeigt. Die Zusammenarbeit zwischen den verfahrenstechnischen und leittechnischen Bearbeitern wird wesentlich vereinfacht.  
30

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.  
35

Vorteilhaft wird der Technologieplan in eine Reihe von Abschnitten unterteilt. Diese Abschnitte strukturieren den

Technologieplan und erleichtern das Auffinden bestimmter Positionen. Die Strukturierung ist insbesondere bei großen Technologieplänen hilfreich und verbessert die Übersichtlichkeit.

5

In vorteilhafter Ausgestaltung wird genau ein Unterplan aus genau einem Abschnitt generiert. Die Grenzen der Unterpläne können somit im Technologieplan festgelegt werden, und der Umfang jedes Unterplans wird genau definiert. Es ist weiter  
10 erkennbar, welche Unterpläne miteinander Informationen austauschen, so daß die Signalprojektierung erleichtert wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfaßt jeder Abschnitt eine Reihe von Symbolen, und jedes dieser Symbole  
15 wird genau einem Baustein des zugehörigen Unterplans zugeordnet. Die Zahl der Bausteine des Unterplans entspricht somit der Zahl der Symbole im Abschnitt des Technologieplans. Es können weiter zu den standardisierten Bausteinen der Unterpläne standardisierte Symbole für den Technologieplan ge-  
20 schaffen werden.

Vorteilhaft wird aus jedem Unterplan genau eine Einzelsequenz des Programmcodes generiert. Die Einzelsequenzen können somit rasch überprüft werden. Weiter muß die Anzahl der generierten  
25 Einzelsequenzen der Anzahl der Unterpläne und damit der Anzahl der Abschnitte im Technologieplan entsprechen, so daß eine einfache Plausibilitätsprüfung vorgenommen werden kann.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung werden zur besseren  
30 Übersichtlichkeit mehrere Symbole und/oder mehrere Abschnitte des Technologieplans kombiniert und zu einem Plansymbol zusammengefaßt. Dies wird als „Plan im Plan“ bezeichnet. Das Plansymbol wird durch eine geeignete Aktion in die zugrundeliegenden Symbole und/oder Abschnitte aufgeteilt. Diese können  
35 dann direkt im Technologieplan überprüft und gegebenenfalls verändert werden. Selbstverständlich sind mehrere Ebenen von Plansymbolen möglich. Die Plansymbole verbessern die

Übersicht, da beispielsweise bereits abgearbeitete Abschnitte des Technologieplans in einem charakteristischen Plansymbol zusammengefaßt werden können. Die graphische Darstellung des Technologieplans wird hierdurch wesentlich vereinfacht, und  
5 zum aktuellen Zeitpunkt nicht erforderliche Informationen werden nicht dargestellt.

Vorteilhaft werden in dem Technologieplan enthaltene Symbole mit einer Identifikation versehen. Diese Identifikation ist  
10 entweder anlagenweit oder bezogen auf den Technologieplan eindeutig. Sie ermöglicht ein eindeutiges Zuordnen der Symbole zu den Bausteinen der Unterpläne.

In vorteilhafter Ausgestaltung wird der Technologieplan einer  
15 Plausibilitätsprüfung unterzogen. Bei der Projektierung auftretende Fehler werden erkannt und könne sofort behoben werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wird eine Konsistenzprüfung zwischen den einzelnen Unterplänen und zwischen den  
20 Unterplänen und dem Technologieplan vorgenommen. Im Rahmen der Konsistenzprüfung werden Fehler oder Lücken in der Projektierung erkannt, und es wird eine entsprechende Meldung ausgegeben.

25 Vorteilhaft wird der Technologieplan mit mindestens einer Schnittstelle zum Verbindungen mit anderen Engineeringsystemen versehen. Somit können Informationen aus anderen Engineeringsystemen in den Technologieplan importiert werden.  
30 Selbstverständlich ist auch ein Exportieren von Informationen aus dem Technologieplan zu anderen Engineeringsystemen möglich. Bereits vorhandene Informationen können somit rasch, ohne Aufwand und ohne Übertragungsfehler in den Technologieplan importiert werden. Weiter können einzelne Teile des  
35 Technologieplans zur Bearbeitung an andere Engineeringsysteme exportiert werden und nach der Bearbeitung wieder in den Technologieplan importiert werden. Darüber hinaus ist der

Austausch von Informationen zwischen nicht kompatiblen Engineeringssystemen mit Hilfe des Technologieplans möglich.

5 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung werden in dem Technologieplan enthaltene Informationen graphisch dargestellt. Zur Darstellung dieser Informationen werden vorteilhaft graphische Symbole in den Technologieplan importiert. Es könne somit aussagekräftige, selbsterklärende Symbole verwendet werden. Diese Symbole können von den Bearbeitern selbst ausgewählt oder erstellt und in den Technologieplan importiert werden. Die Übersichtlichkeit wird hierdurch wesentlich verbessert.

15 In vorteilhafter Weiterbildung wird nur ein Teil der in dem Technologieplan enthaltenen Informationen graphisch dargestellt. Ein Überfrachten des Technologieplans mit Information, das die Übersichtlichkeit stark beeinträchtigt, wird zuverlässig vermieden. Durch eine geeignete Aktion eines Anwenders werden diese graphisch nicht dargestellten Informationen aufgerufen und angezeigt. Diese Informationen können dann überprüft und gegebenenfalls verändert sowie abgespeichert werden. Nach Abschluß der Bearbeitung wird die Anzeige wieder geschlossen, so daß die Übersichtlichkeit des Technologieplans erneut gegeben ist.

25 Vorteilhaft wird in den Technologieplan nur ein Teil der zum vollständigen Generieren der Unterpläne und Einzelsequenzen erforderlichen Informationen aufgenommen. Die Unterpläne enthalten Detailinformationen wie beispielsweise Überwachungszeiten, Schwellenwerte und ähnliche Größen, die in vielen Fällen zum Zeitpunkt der Erstellung des Technologieplans noch nicht feststehen. Diese Informationen sind weiter für den Technologieplan nicht relevant, da sie lediglich Details der Leittechnik betreffen und die Grundstruktur der Leittechnik nicht beeinflussen. Diese Informationen können häufig erst dann eingegeben werden, wenn die Grundstruktur des Programmcodes der Leittechnik festgelegt worden ist. Erfindungs-

gemäß wird der Technologieplan daher unter Verzicht auf diese Informationen erstellt, und diese Informationen werden anschließend nachgetragen. Das Nachtragen kann entweder im Technologieplan oder direkt in den einzelnen Unterplänen oder  
5 Einelsequenzen vorgenommen werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung werden beim Generieren der Unterpläne Lücken der in dem Technologieplan enthaltenen Informationen erkannt und angezeigt. Hierdurch wird sicherge-  
10 stellt, daß die Unterpläne vollständig generiert und projektiert werden.

Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die schematisch in der Zeichnung dargestellt sind. Für gleiche oder funktionsidentische Elemente in der Zeichnung werden dieselben Bezugszeichen verwendet. Dabei zeigt:

- 20 FIG 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens in erster Ausführungsform;
- FIG 2 eine schematische Darstellung eines Technologieplans;
- FIG 3 eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts aus dem Technologieplans gemäß Figur 2;
- 25 FIG 4 eine Darstellung eines Funktionsplans;
- FIG 5 die Darstellung einer Schrittsteuerung im Technologieplan;
- FIG 6 eine vergrößerte Darstellung eines Einzelschritts aus Figur 5;
- 30 FIG 7 eine schematische Darstellung der Signalprojektierung;
- FIG 8 den hierarchischen Aufbau der Leittechnik;
- FIG 9 eine Darstellung einer Meldung;
- FIG 10 eine schematische Darstellung der Informationsüber-  
35 gabe zwischen Technologieplan und Unterplan; und
- FIG 11 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.



Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungs-  
mäßigen Verfahrens. Es ist ein Technologieplan 10 vorgesehen,  
der sowohl einen Plan 11 der Verfahrenstechnik als auch einen  
Plan 12 eines Programmcodes 52 der Leittechnik enthält. Die  
5 Trennung zwischen den beiden Plänen 11, 12 ist schematisch  
durch die Strichlinie 13 angedeutet.

Der Plan 11 der Verfahrenstechnik enthält eine Reihe von ver-  
fahrenstechnischen Komponenten. In Figur 1 sind schematisch  
10 ein Rohr 14, ein Behälter 15 und ein Ventil 18 dargestellt.  
Diese Komponenten 14, 15, 18 bilden eine Anlage.

Der Plan 12 des Programmcodes 52 ist in eine Reihe von Ab-  
schnitten 24, 25 unterteilt. Die Unterteilung ist mit Strich-  
15 punktlinien angedeutet. Diese Abschnitte 24, 25 umfassen je-  
weils eines oder mehrere Symbole 21, die miteinander ver-  
knüpft sind. Die Symbole 21 und ihre Verknüpfung stellen den  
zum Betrieb der Anlage erforderlichen Programmcode 52 der  
Leittechnik schematisch dar.

20 Erfindungsgemäß ist der Technologieplan 10 maschinenlesbar.  
Aus jeweils einem Abschnitt 24, 25 wird ein Funktionsplan 27  
erstellt. Dies ist schematisch anhand des Abschnitts 24 dar-  
gestellt.

25 Der Abschnitt 24 wird zunächst gemäß Pfeil 38 als eigener Ab-  
schnitt des Technologieplans 10 identifiziert. Anschließend  
wird jedem Symbol 21a, 21b, 21c des Abschnitts 24 genau ein  
Baustein 32a, 32b, 32c des zugeordneten Funktionsplans 27 zu-  
30 geordnet. Dies ist schematisch durch die Pfeile 39 angedeu-  
tet. Die Verknüpfung zwischen den einzelnen Symbolen 21a,  
21b, 21c wird ebenfalls in den Funktionsplan 27 übertragen.  
Der Funktionsplan 27 kann somit automatisch aus dem Technolo-  
gieplan 10 generiert werden.

35 Aus dem Funktionsplan 27 wird anschließend gemäß Pfeil 83  
eine Einzelsequenz 53 des Programmcodes 52 generiert. Die

Bausteine 32 des Funktionsplans 27, deren Verknüpfung sowie Abbruchstellen werden automatisch in die entsprechenden Anweisungen der Einzelsequenz 53 umgesetzt. Es wird aus jedem Funktionsplan 27 genau eine Einzelsequenz 53 generiert. Die generierten Einzelsequenzen 53 werden in dem Programmcode 52 zusammengeführt wie schematisch durch Pfeil 84 dargestellt.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen schematisch eine größere Darstellung eines weiteren Technologieplans 10, eines weiteren Abschnitts 24 sowie des zugeordneten Funktionsplans 27. Der Technologieplan 10 gemäß Figur 2 beschreibt schematisch eine Regelung für den Wasserstand im Behälter 15. Zu diesem Zweck sind ein Füllstandssensor 16 sowie zwei Stellventile 17, 18 mit zugeordneten Einzelsteuergliedern für Stellmotoren 19, 20 vorgesehen. In Abhängigkeit vom Signal des Füllstandssensor 16 werden die Stellventile 17, 18 und durch die Stellmotoren 19, 20 betrieben. Die Wasserzufuhr erfolgt über eine Pumpe 49.

Der Plan 12 des Programmcodes 52 gemäß Figur 2 weist außer dem Abschnitt 24 noch eine Reihe von Komparatoren 22 sowie Plansymbole 23 und eine eindeutige Identifikation 26 auf. Die Plansymbole 23 stellen eine graphisch verkleinerte Darstellung mehrerer Symbole 21 und/oder mehrerer Abschnitte 24, 25 dar. Die in diesen Symbolen 21 und Abschnitten 24, 25 enthaltene Information wird in dem Technologieplan 10 gemäß Figur 2 nicht mehr detailliert dargestellt. Hierdurch wird die Übersichtlichkeit wesentlich erleichtert.

Zur detaillierten Darstellung der in dem Plansymbol 23 enthaltenen Information wird vom Bediener eine geeignete Aktion durchgeführt. Insbesondere bei einer Projektierung direkt am Bildschirm bietet sich ein Doppelklick mit der linken Maustaste auf das jeweils gewünschte Plansymbol 23 zum Darstellen der detaillierten Information an.

Es können mehrere Ebenen von derartigen Plansymbolen 23 übereinander geschaltet werden. Weiter kann ein kompletter Ab-

schnitt 25 zu einem einzigen Plansymbol 23 zusammengefaßt werden.

5 Zur Darstellung der Symbole 21, Komparatoren 22 sowie Plansymbole 23 können entweder vorhandene graphische Elemente genutzt oder eigene graphische Elemente erstellt und in den Technologieplan 10 importiert werden.

10 Der in Figur 3 dargestellte Abschnitt 24 entspricht dem in Figur 4 dargestellten Funktionsplan 27. Zur eindeutigen Zuordnung sind sowohl der Abschnitt 24 als auch der Funktionsplan 27 mit einer Identifikation 37, 31 versehen. Auch die Symbole 21 des Abschnitts 24 und die Bausteine 32 des Funktionsplans 27 weisen eine entsprechende Identifikation 36, 65  
15 auf.

Der Funktionsplan 27 umfaßt einen Verknüpfungsbereich 28, in dem die einzelnen Bausteine 32 dargestellt und miteinander verbunden sind. Er ist weiter mit einer Tabelle 29 für Eingangssignale 33 und einer Tabelle 30 für Ausgangssignale 34, 35 versehen. Mittels der Identifikationen 31, 37 des Funktionsplans 27 und des Abschnitts 24 sowie der Identifikationen 36, 65 der Symbole 21 und der Bausteine 32 ist eine eindeutige Zuordnung vom Technologieplan 10 zu dem Funktionsplan 27  
20 gegeben. Die Eingangssignale 33 und Ausgangssignale 34, 35 werden über geeignete Abbruchstellen eindeutig festgelegt.

Es wird bereits im Technologieplan 10 durch die Grenzen der Abschnitte 24, 25 festgelegt, welche Signale zwischen den Funktionsplänen 27 ausgetauscht werden. Die Anzahl dieser Signale kann erfaßt und anschließend für eine Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung des Technologieplans 10 und der Funktionspläne 27 verwendet werden.  
30

35 In den Figuren 5 und 6 ist schematisch der Technologieplan einer Schrittsteuerung dargestellt. Die Schrittsteuerung umfaßt drei Schritte 40, 41, 45, die übersichtlich dargestellt

sind. Es kann eine beliebig große Anzahl von Schritten dargestellt werden. Zu jedem Schritt 40 sind Verweise 42 mit Definitionen von Abbruchstellen dargestellt. Die Transition  $T_i$  bezeichnet den Übergang zwischen den Schnitten 40 und 41. Die Transitionsbedingung besteht aus der Verknüpfung 43. Diese kann einem eigenen Abschnitt 44 zugeordnet werden. Die Verknüpfung 43 wird als eigener Funktionsplan 27 projektiert. Für die definierten Planabschnitte wird somit ein eigener Funktionsplan erzeugt. Die Logik kann damit beliebig komplex aufgebaut werden, und es können auch speichernde Bausteine wie Timer oder FlipFlop's genutzt werden.

In Figur 6 ist eine vergrößerte Darstellung des Makroschritts 45 angegeben. Der Makroschritt 45 umfaßt zwei Schritte 47, 48, denen jeweils ein entsprechender Verweis 42 zugeordnet werden. Die Vergrößerung wird bei der Projektierung am Bildschirm beispielsweise durch einen Doppelklick auf den Schritt 45 in Figur 5 aufgerufen. Nach Abschluß der Projektierung des Makroschritts 45 im Technologieplan wird die Vergrößerung wieder geschlossen, so daß sich die übersichtliche Darstellung von Figur 5 ergibt.

Entsprechend den Figuren 2 und 3 werden auch Verknüpfungslogiken wie Teil- und Gruppensteuerung oder Meßwertkorrekturen dargestellt. Dies ist durch die automatische Generierung der Funktionspläne 27 aus dem Technologieplan 10 möglich. Die gesamte leittechnische Aufgabenstellung kann somit durchgängig im Technologieplan 10 erfaßt werden.

Die zugehörige Signalprojektierung ist schematisch in Figur 7 dargestellt. In der linken Hälfte ist ein erster Technologieplan 10 und in der rechten Hälfte ein zweiter Technologieplan 10' dargestellt. Im Technologieplan 10 sind eindeutige Abbruchstellen 51 pro Planabschnitt 50 definiert. Zur weiteren Kennzeichnung ist darüber hinaus eine Identifikation 26, 26' pro Technologieplan 10, 10' vorgesehen. Verweise auf die definierten Signale werden aus der Identifikation 37 für den

- Planabschnitt 50 und dem Signalbezeichner gebildet. Auf dem Technologieplan 10' wird auf die im Technologieplan 10 gebildeten als Abbruchstellen dienenden Signale 51 ergänzt und mit der über 37' gebildeten Planbezeichnung verwiesen. Der Technologieplan 10' selbst weist ebenfalls eine Identifikation 26' auf. Durch eine geeignete Aktion kann aus dem Technologieplan 10' der ursprüngliche Technologieplan 10 aufgerufen und gegebenenfalls verändert werden.
- 10 Verbindungen zwischen einzelnen Symbolen 21 im Technologieplan 10, die sich über die Grenzen von Abschnitten 24, 25 hinweg erstrecken, entsprechen in den Funktionsplänen 27 planübergreifenden Abbruchstellen 50, wie sie auch bei manueller Verschaltung zwischen zwei Bausteinen 32 unterschiedlicher Funktionspläne 27 entstehen.

Selbstverständlich können mehrere Technologiepläne 10' erneut zu einem weiteren Technologieplan 10'' zusammengefaßt werden. Auf diese Weise ergeben sich die Plansymbole 23, die eine übersichtliche Darstellung ermöglichen.

- Figur 8 zeigt schematisch den hierarchischen Aufbau des verwendeten Programmcodes 52 der Leittechnik. Innerhalb einer Anlage 60 kann eine beliebige Anzahl von Hierarchieebenen definiert werden. Jedem Hierarchieknoten können ein oder mehrere Technologiepläne 10 zu geordnet werden, deren Abschnitte 24, 25 jeweils Funktionsplänen 27 der Einzelebene entsprechen. Die Funktionspläne 27 wiederum umfassen einen oder mehrere Bausteine 32. Die Funktionspläne 27 und ihre Bausteine 32 können über ihre Identifikation 31, 65 eindeutig einen bestimmten Abschnitt 24, 25 eines Technologieplans 10 zugeordnet werden. Der Abschnitt 24, 25 wird eindeutig über die Identifikation 37 gekennzeichnet. Hierdurch wird eine Zuordnung zu dem jeweiligen Technologieplan 10 möglich, der wiederum über die Identifikation 26 gekennzeichnet ist.

Für die Technologiepläne 10 wird vorzugsweise eine Identifikation 26 verwendet, die sich über die gesamte Anlage 60 erstreckt. Hierdurch können eindeutige Verknüpfungen zwischen unterschiedlichen Technologieplänen 10 vorgenommen werden, die nicht demselben Funktionskennzeichen 62 oder demselben Automatisierungssystem 61 zugeordnet sind. Diese Verknüpfungen können sich somit über die gesamte Anlage 60 erstrecken.

In Figur 9 ist schematisch eine Meldung dargestellt. Verknüpfte Meldungen werden vollständig im Technologieplan 10 projiziert, da hier die zugehörige Verknüpfungslogik dargestellt wird. Die Meldung selbst wird durch ein eigenes Symbol 67 repräsentiert, dem bei der Generierung der Funktionspläne 27 genau ein Meldebaustein zugeordnet wird. In Abhängigkeit vom Meßergebnis beziehungsweise von der Verknüpfung erfolgt eine Ausgabe 63, deren einzelne Meldeattribute direkt dem Technologieplan 10 projiziert werden können. Zusätzlich ist eine Projektierung in anderen Feldern vorgesehen. Das zugehörige Plansymbol 23 enthält neben der Identifikation 26' noch eine Bezeichnung 64.

Bei der Projektierung von Meldungen wird zwischen unterschiedlichen Typen unterschieden. Standardmäßig hinterlegte Meldungen wie Status- und Ausfallmeldungen sind Bestandteile der Leittechnik-Systemkomponenten. Diese Meldungen sind Bestandteil der Leittechnik 12 und können im Technologieplan 10 nicht manipuliert werden. Hier auftretende Fehlermeldungen müssen von den übrigen Fehlermeldungen getrennt und gezielt zur Verfügung gestellt werden können. Falls Ausfallmeldungen mit Relevanz für die Betriebsführung auftreten, müssen diese dem Operator der Anlage 60 mitgeteilt werden, da dieser auf Einschränkungen der Verfügbarkeit oder Kannlasteinschränkungen reagieren muß. Die entsprechenden Meldungen werden im Technologieplan 10 projiziert. Dies trifft auch für Meldungen zu, die Ausfälle von Steuerungs- und Regelungsfunktionen betreffen. Die einzelnen Meldungen sind Aufforderungen an den Operator bestimmte Handlungen vorzunehmen. Die jeweils vor-

zunehmende Handlungen sind im allgemeinen im Betriebshandbuch abgelegt. Vorteilhaft wird daher jeder Meldung eine Abbruchstelle zum Betriebshandbuch zugeordnet, um einen raschen Zugriff zu ermöglichen.

5

In Figur 10 ist schematisch die Übergabe der Informationen zwischen einem Technologieplan 10 und einem Funktionsplan 27 dargestellt. Jedem Symbol 21 des Technologieplans 10 sind verschiedene Informationen zugeordnet, die schematisch durch die Teilbereiche I, II dargestellt sind. Die Informationen aus dem Teilbereich I werden im Technologieplan 10 dargestellt, während die Informationen aus dem Teilbereich II unterdrückt werden. Hierdurch wird die Übersichtlichkeit erhöht. Der Teilbereich III dient zum Aufnehmen von Informationen, die im Technologieplan 10 nicht enthalten sind. Diese Informationen betreffen Details der Leittechnik, die für das Grundkonzept nicht relevant und beim Erstellen des Technologieplans 10 in vielen Fällen noch nicht bekannt oder nicht endgültig festgelegt sind. Es läßt sich allerdings eindeutig bestimmen, welche Informationen für das Generieren des zugeordneten Funktionsplans 27 noch erforderlich sind, so daß entsprechend Speicherplatz und Abbruchstellen 50 bereitgestellt werden können.

25 Mit dem Zuordnen des Symbols 21 zu dem Baustein 32 des jeweiligen Funktionsplans 27 über die Identifikation 36, 65 gemäß Pfeil 66 werden automatisch die Informationen aus den Teilbereich I, II an den Funktionsplan 27 übergeben. Gleichzeitig wird angezeigt, daß im Teilbereich III noch Informationen nachgetragen werden müssen. Dies geschieht manuell direkt im Funktionsplan 27 oder im Technologieplan 10 unmittelbar vor dem Generieren. Nach dem Nachtragen dieser Informationen wird automatisch die zugeordnete Einzelsequenz 53 generiert. Zur Zuordnung ist jede Einzelsequenz 53 mit einer Identifikation 35 68 versehen. Zum Generieren der Einzelsequenz 53 wird auf mehrere Bausteine 32 zurückgegriffen, wie schematisch durch Pfeile 69 dargestellt ist.

Figur 11 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Technologieplan 10 weist zwei Schnittstellen 72, 73 zum Importieren von Informationen aus weiteren Engineeringsystemen 70, 71 gemäß Pfeil 74, 75 auf. Die Verfahrenstechnik und die Leittechnik werden in diesen Engineeringsystemen 70, 71 vorprojektiert und anschließend in dem Technologieplan 10 zusammengeführt. Es bietet sich an, hierbei bekannte Engineeringsysteme 70, 71 zu verwenden. Selbstverständlich können auch Informationen aus dem Technologieplan 10 in eines oder mehrere Engineeringsysteme 81 exportiert werden, wie durch den Pfeil 82 angedeutet.

Nach dem Importieren der Informationen wird der Technologieplan 10 einer Plausibilitätsprüfung 76 unterworfen. Diese Plausibilitätsprüfung 76 wird vorteilhaft auch nach Änderungen am Technologieplan 10 durchgeführt. Nach Abschluß der Projektierung werden gemäß den Pfeilen 78 automatisch die Funktionspläne 27 generiert. Beim Generieren wird eine Konsistenzprüfung 77 vorgenommen, beispielsweise anhand der definierten Abbruchstellen 50 sowie der jeweils verwendeten Identifikationen. Diese Konsistenzprüfung 77 wird auch zwischen den einzelnen Funktionsplänen 27 durchgeführt.

Falls der Technologieplan Lücken gemäß dem Teilbereich III aus Figur 10 aufweist, werden diese manuell über ein Interface 79 gemäß Pfeil 80 eingegeben. Alternativ können die für das vollständige Generieren der Funktionspläne 27 erforderlichen Informationen aus einer Bibliothek abgerufen werden.

Nach dem Vervollständigen der Funktionspläne 27 werden automatisch die jeweils zugeordneten Einzelsequenzen 53 erzeugt und in dem Programmcode 52 der Leittechnik zusammengeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Darstellung von Plänen 11 der Verfahrenstechnik und Plänen 12 der Leittechnik in einem gemeinsamen Technologieplan 10. Der Technologieplan 10 kann durch das Importieren von Informationen rasch, ein-



fach und fehlerfrei an Änderungen angepaßt werden, die in weiteren Engineeringsystemen 70, 71 vorgenommen werden. Die Zusammenarbeit zwischen den verfahrenstechnischen und leittechnischen Bearbeitern wird jedoch wesentlich erleichtert.

5 Nach Erstellen des Technologieplans 10 werden erfindungsgemäß automatisch die erforderlichen Funktionspläne 27 der Einzebene generiert. Ein manuelles Umsetzen und eine manuelle Änderungsprojektierung sind nicht mehr erforderlich, so daß bisher auftretende Fehler beim Erstellen der Funktionspläne

10 27 vollständig ausgeschlossen werden. Detailinformationen, die für die Zusammenarbeit zwischen dem verfahrenstechnischen und leittechnischen Bearbeiten nicht erforderlich sind, können zu einem späteren Zeitpunkt im Technologieplan und/oder in den automatisch generierten Funktionsplänen 27 nachgetragen werden.

15

Außer der reinen Information für die Pläne 11, 12 können weiter graphische Symbole aus den Engineeringsystemen 70, 71 importiert oder selbst erstellt werden. Hierdurch wird eine individuelle Anpassung an die jeweiligen Bearbeiter ermöglicht, so daß die Übersichtlichkeit nochmals verbessert wird.

20

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines Programmcodes (52) der Leit-  
technik für den Betrieb einer Anlage mit verfahrenstechni-  
5 schen Komponenten (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20), wobei der  
Programmcodes (52) eine Vielzahl von Einzelsequenzen (53) um-  
faßt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß Informa-  
tionen über den Programmcodes (53) der Leittechnik, die ver-  
10 fahrenstechnischen Komponenten (14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)  
und deren Verknüpfung in mindestens einem maschinenlesbaren  
Technologieplan (10) gemeinsam dargestellt werden, daß aus  
dem mindestens einen Technologieplan (10) automatisch Unter-  
pläne (27), insbesondere Funktionspläne der Einzelebene, ge-  
15 neriert werden, die eine graphische Darstellung der Einzelse-  
quenzen sind, und daß aus den Unterplänen (27) automatisch  
die Einzelsequenzen (53) des Programmcodes (52) generiert  
werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Tech-  
nologieplan (10) in eine Reihe von Abschnitten (24, 25) un-  
terteilt wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß genau ein  
Unterplan (27) aus genau einem Abschnitt (24; 25) generiert  
wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß jeder Ab-  
schnitt (24; 25) eine Reihe von Symbolen (21) umfaßt und je-  
des dieser Symbole (21) genau einem Baustein (32) des zugehö-  
rigen Unterplans (27) zugeordnet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß aus jedem  
Unterplan (27) genau eine Einzelsequenz (53) generiert wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur besse-  
ren Übersichtlichkeit mehrere Symbole (21) und/oder mehrere  
Abschnitte (24, 25) des Technologieplans (10) kombiniert und  
zu einem Plansymbol (23) zusammengefaßt werden.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß in dem  
Technologieplan (10) enthaltene Symbole (21) mit einer Iden-  
tifikation (36) versehen werden.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Tech-  
nologieplan (10) einer Plausibilitätsprüfung unterzogen wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Kon-  
sistenzprüfung zwischen den einzelnen Unterplänen (27) und  
zwischen den Unterplänen (27) und dem Technologieplan (10)  
vorgenommen wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Tech-  
nologieplan (10) mit mindestens einer Schnittstelle (72; 73)  
zum Verbinden mit anderen Engineeringsystemen (70, 71, 81)  
versehen wird.
- 30 11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß Informa-  
tionen aus anderen Engineeringsystemen (70, 71) in den Tech-  
nologieplan (10) importiert werden.
- 35

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß Informa-  
tionen aus dem Technologieplan (10) zu anderen Engineeringsy-  
stemen (81) exportiert werden.

5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß in dem  
Technologieplan (10) enthaltene Informationen graphisch dar-  
gestellt werden.

10

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Dar-  
stellung der Informationen graphische Symbole (21) in den  
Technologieplan (10) importiert werden.

15

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß nur ein  
Teil (I) der in dem Technologieplan (10) enthaltenen Informa-  
tionen graphisch dargestellt wird.

20

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß in den  
Technologieplan (10) nur ein Teil der zum vollständigen Gene-  
rieren der Unterpläne (27) und Einzelsequenzen (53) erforder-  
lichen Informationen aufgenommen wird.

25

17. Verfahren nach Anspruch 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß beim Gene-  
rieren der Unterpläne (27) Lücken (III) der in dem Technolo-  
gieplan (10) enthaltenen Informationen erkannt und angezeigt  
werden.

30

FIG 1

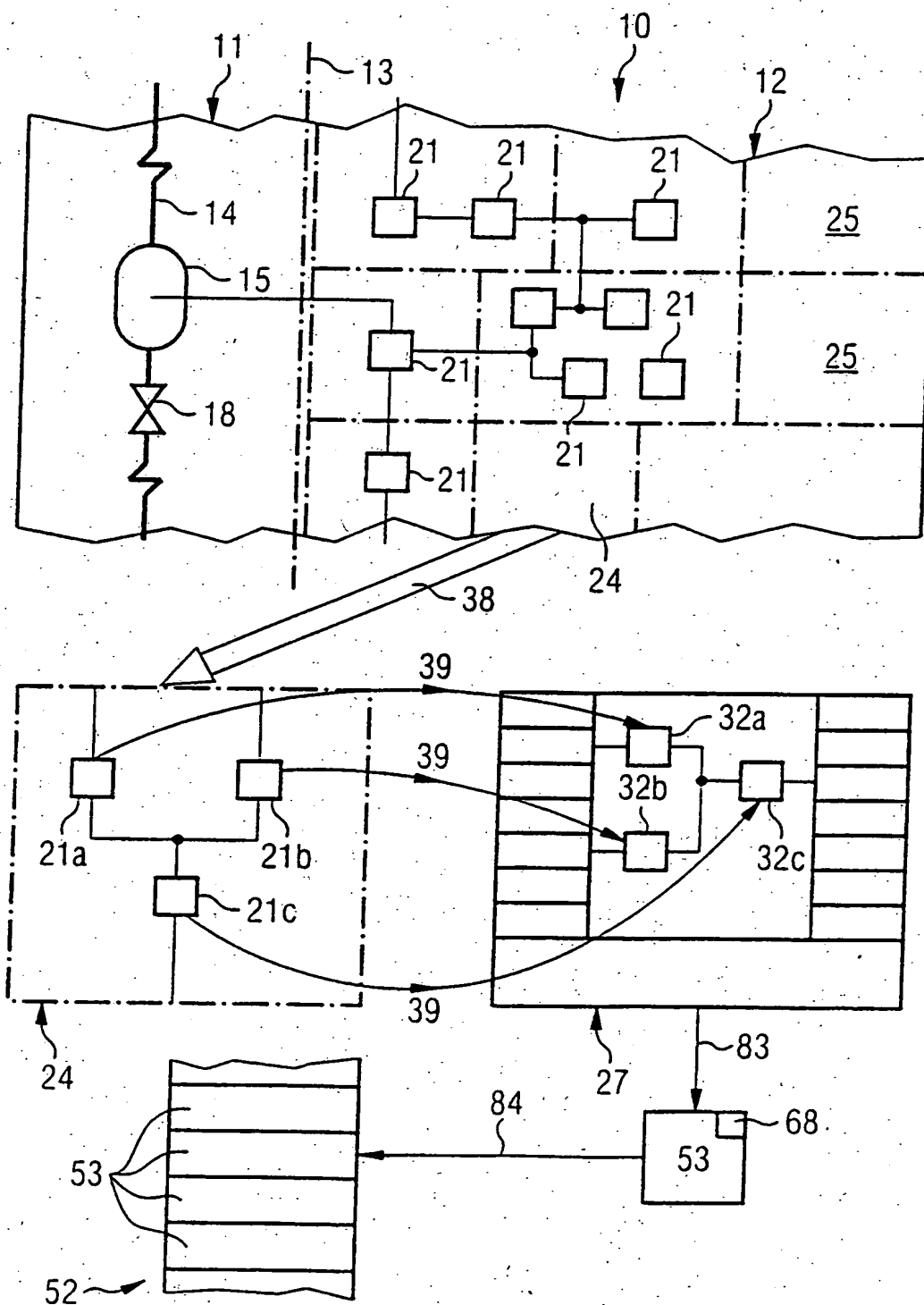


FIG 2

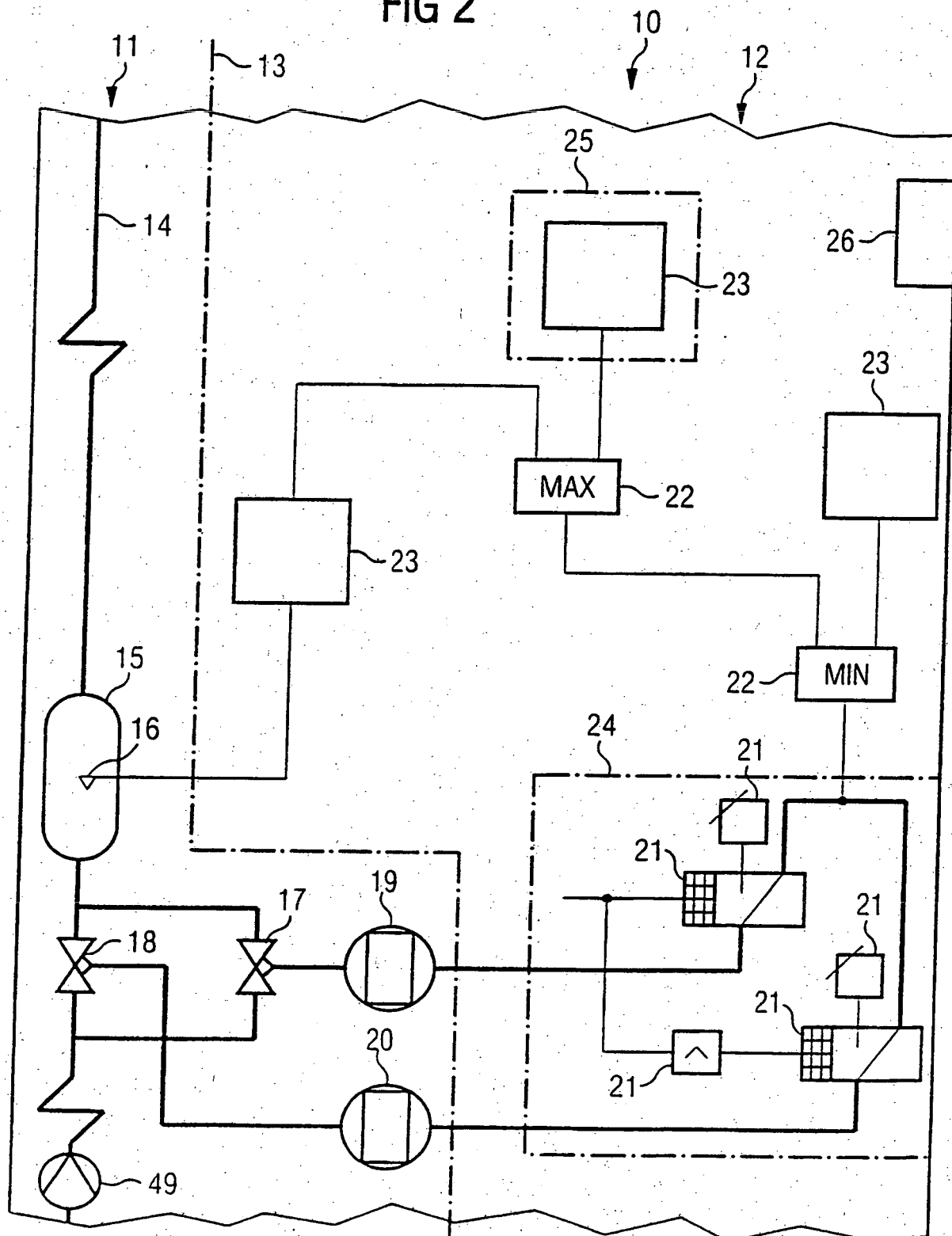


FIG 3

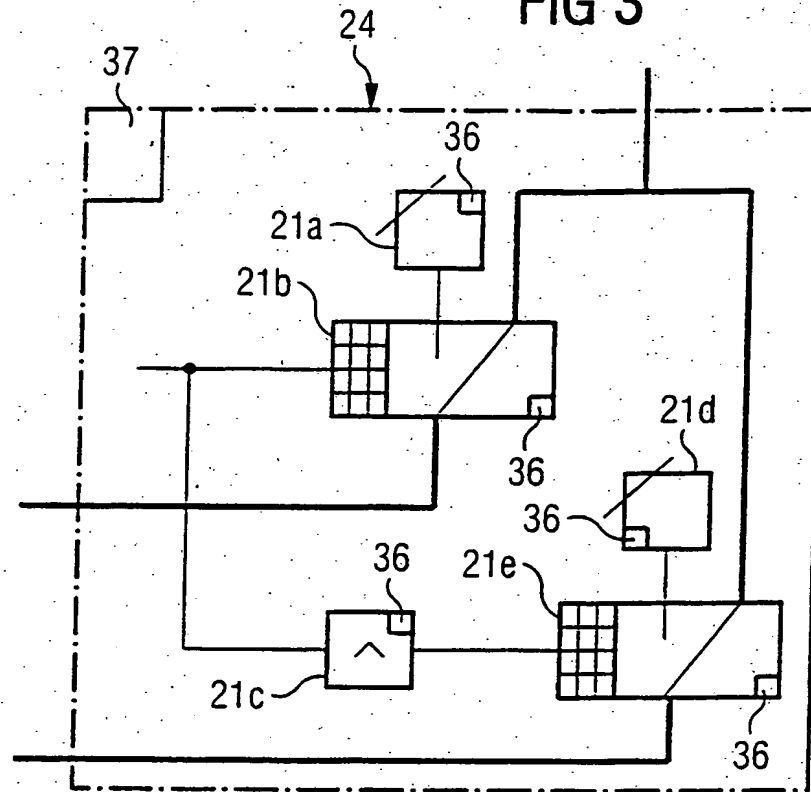


FIG 4

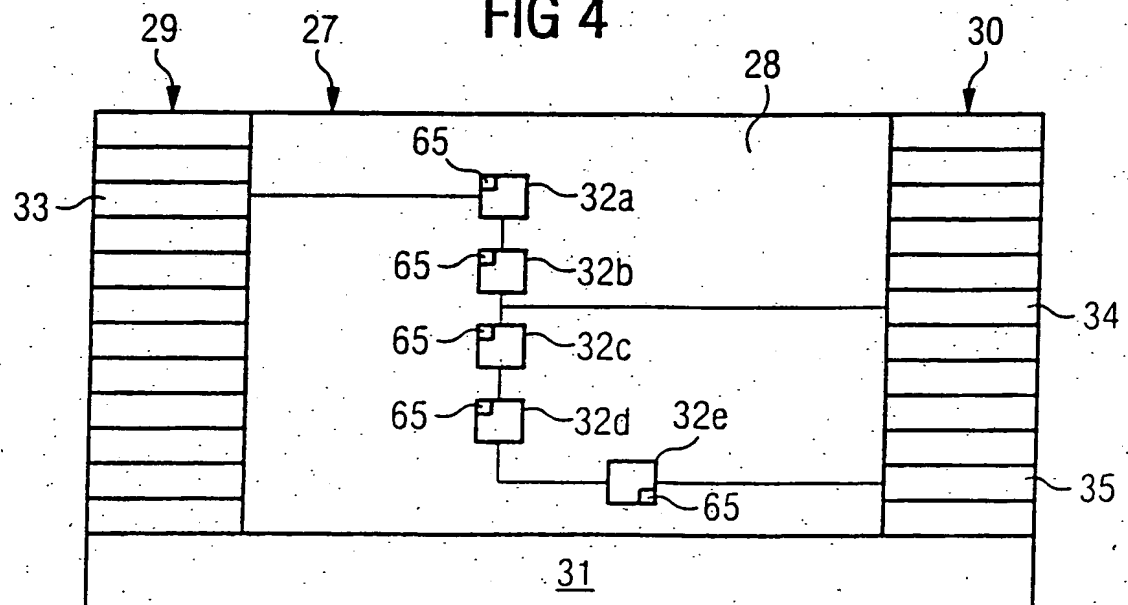


FIG 5

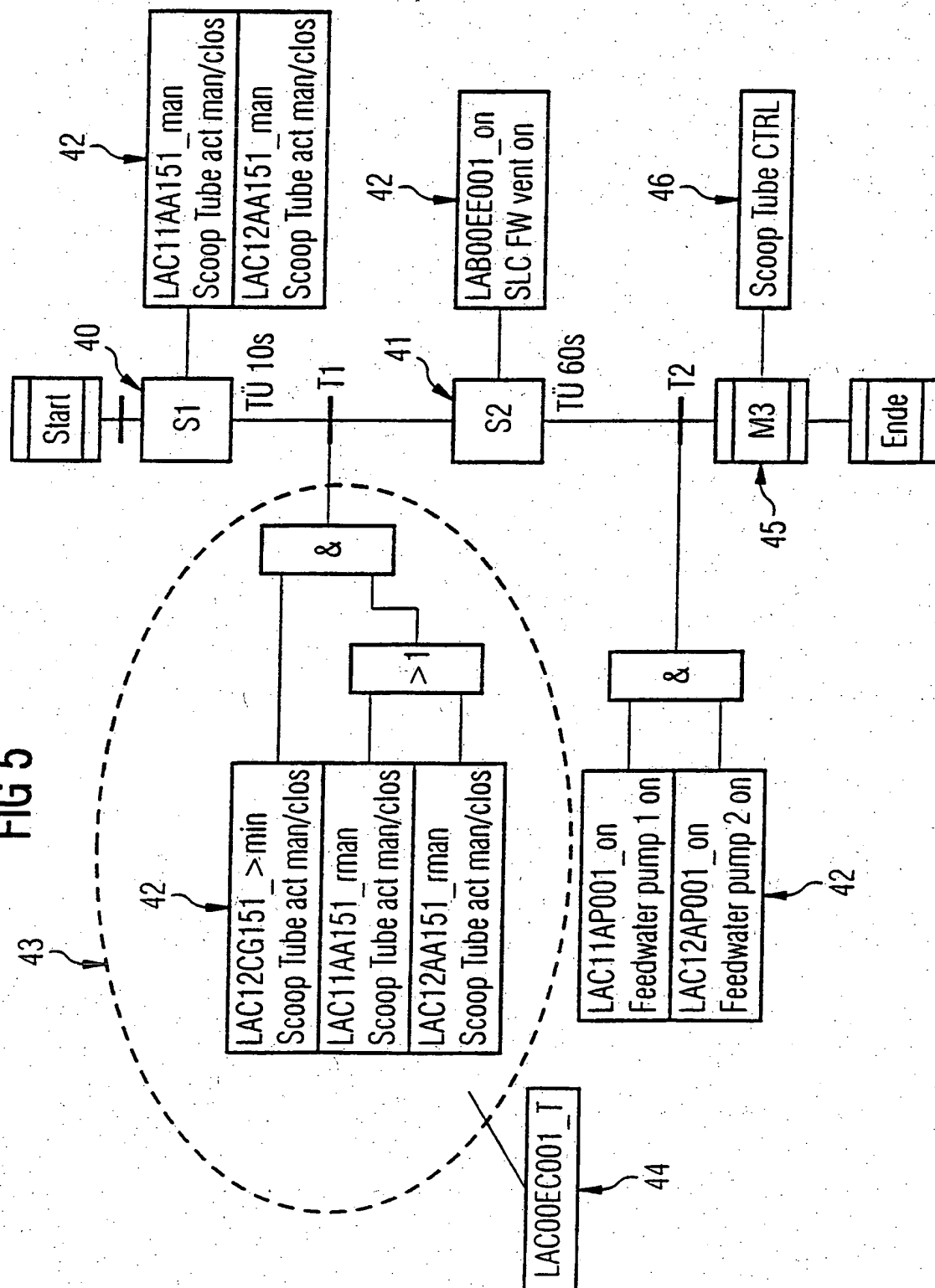




FIG 6

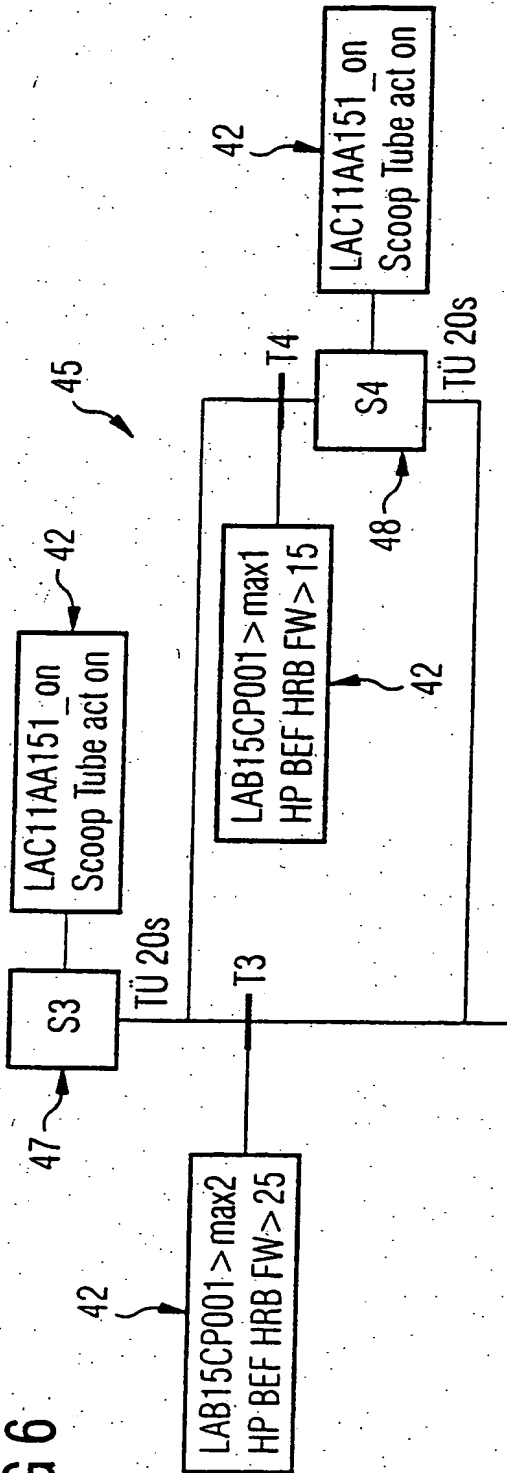
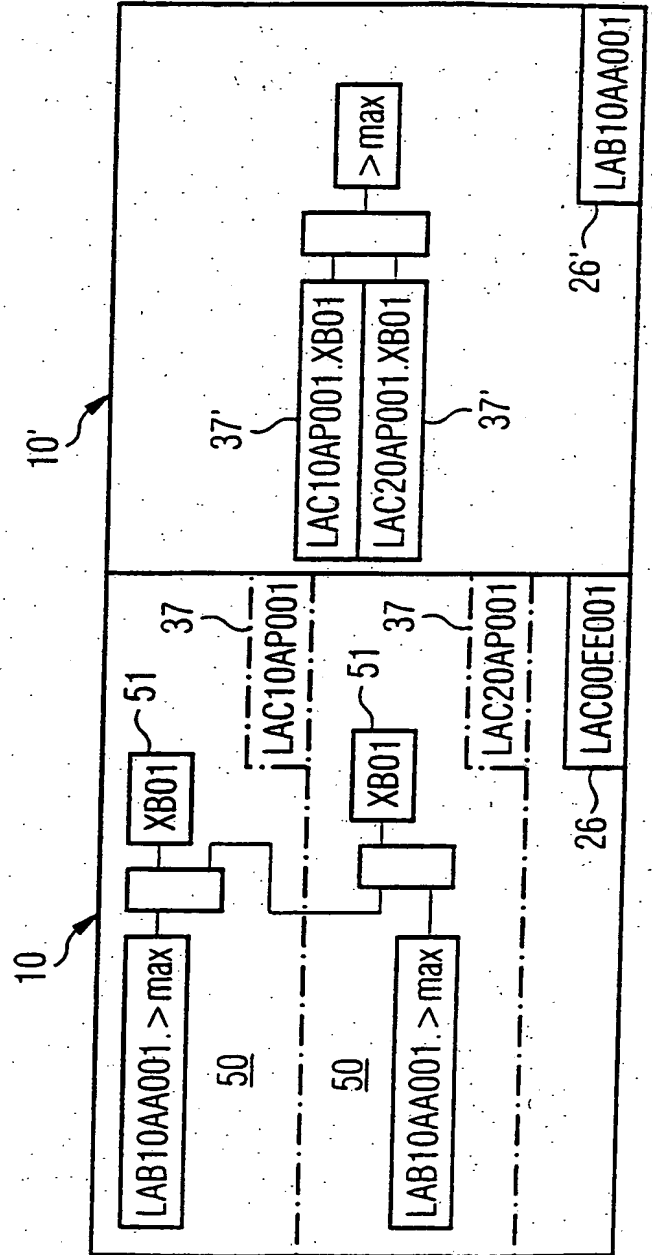


FIG 7



6/7

FIG 8

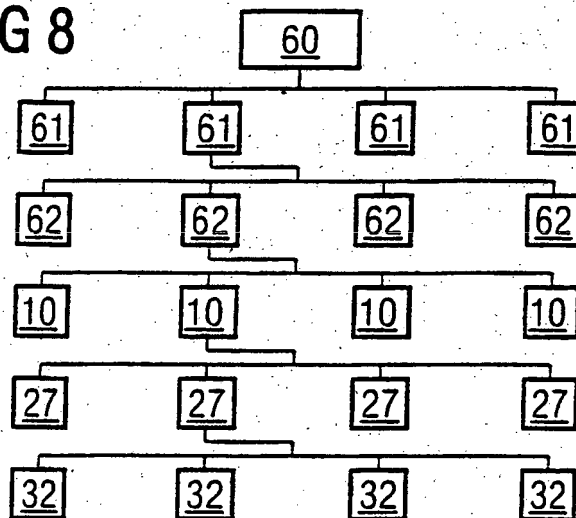


FIG 9

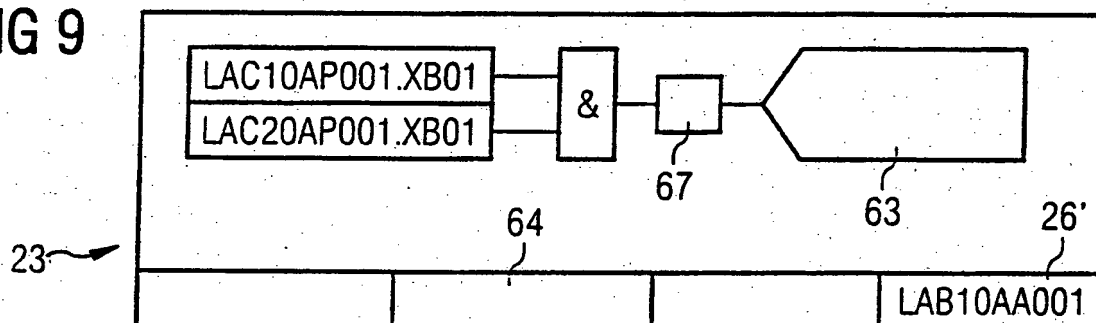


FIG 10

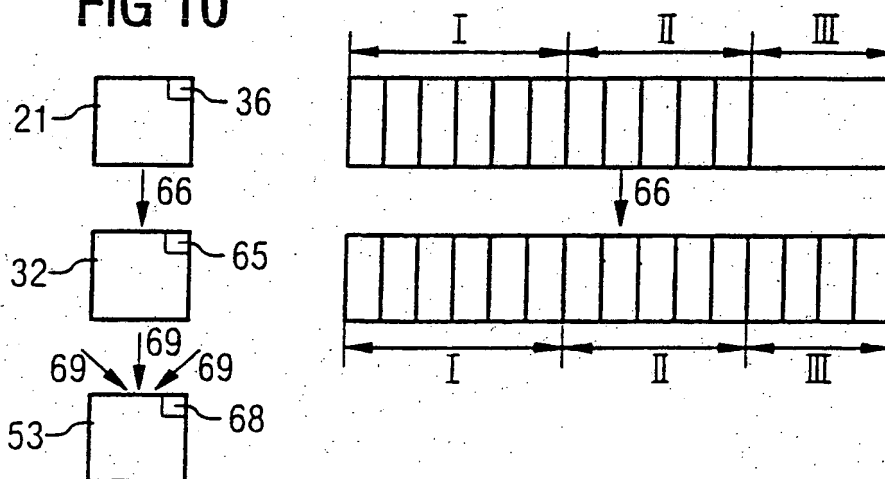
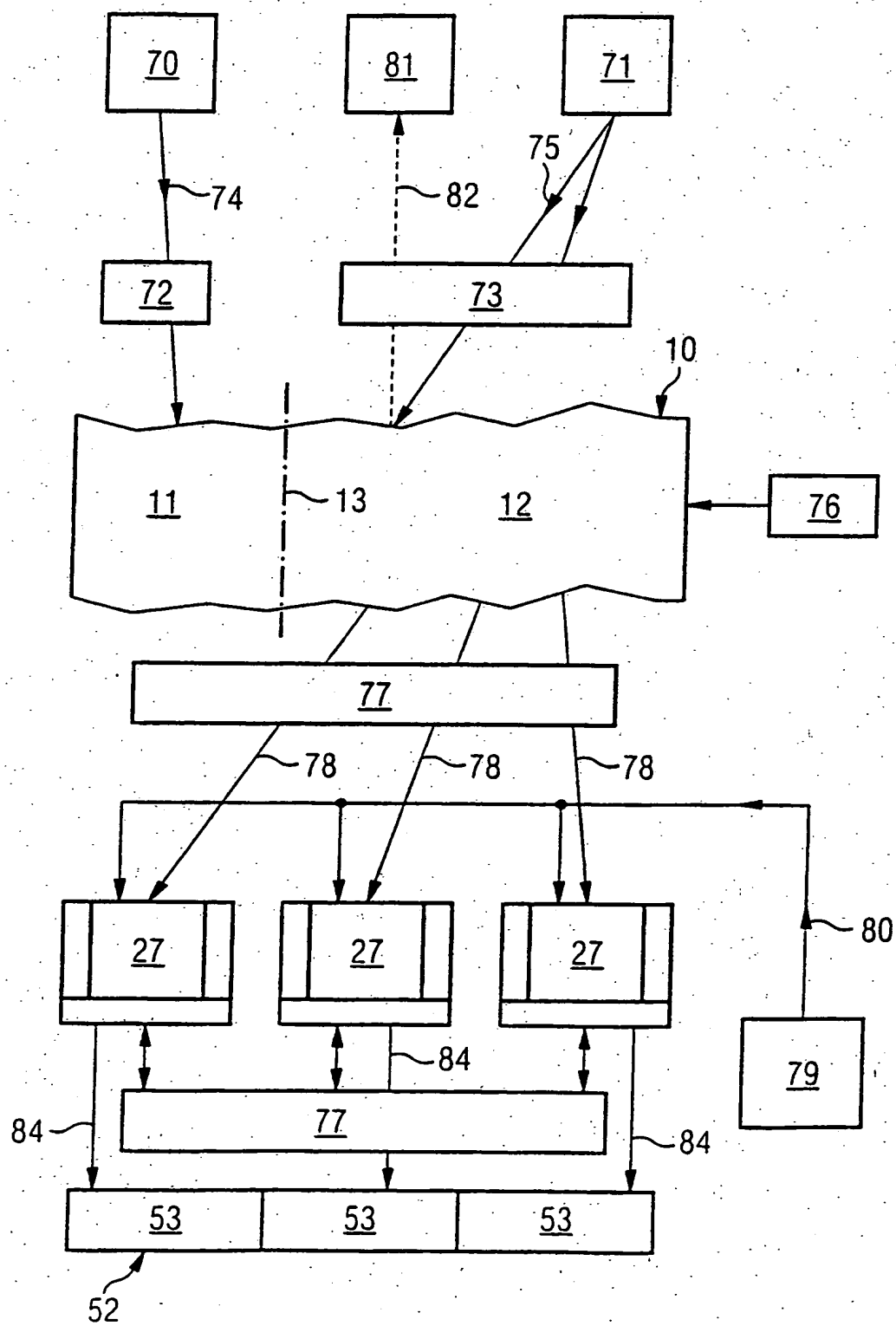


FIG 11



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**